

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-335233

(43)Date of publication of application : 22.12.1995

(51)Int.Cl.

H01M 8/02

(21)Application number : 06-145625

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB  
INC

(22)Date of filing : 02.06.1994

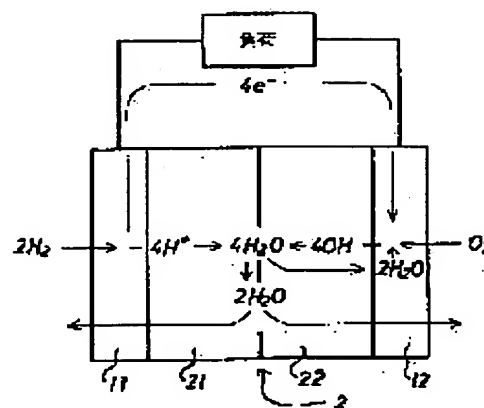
(72)Inventor : SUZUKI TAKANAO  
KAWAHARA KAZUO

## (54) FUEL CELL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To prevent drop of battery performance caused by the water produced by battery reaction by forming an electrolytic film out of a cation replacing part 22 arranged in contact with a fuel pole and an anion replacing part arranged in contact with an oxygen pole.

CONSTITUTION: An electrolytic film 2 consists of a cation replacing part 21 and an anion replacing part 22, and the part 21 contacts with a fuel pole 11, and the part 22 contacts an oxygen pole 12. And, in the pole 11 being an anode, hydrogen gas changes to proton, and this proton is transmitted through the part 21 of the film 2 in contact with the pole 11, and reaches the boundary of the part 21 and the part 22. On the other hand, in the pole 12 being a cathode, oxygen gas changes to hydrogen ions, and these hydrogen ions are transmitted through the part 22 in contact with the pole 12, and reaches the boundary of the part 22 and the part 21. These ions produce water (H<sub>2</sub>O) at the interface between the part 21 and the part 22. This, in the pole 12, prevents the blockade of the voids of the electrode caused by the produced water, so the resistance of the film 2 does not increase, therefore the transmissivity of the ions can be accelerated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the fuel cell characterized by consisting of a cation exchange nature part which has arranged the above-mentioned electrolyte membrane in contact with a fuel electrode in the fuel cell which consists of an electrolyte membrane arranged between the fuel electrode with which fuel gas is supplied, the oxygen pole to which oxygen content gas is supplied, and the above-mentioned two poles, and an anion convertibility part arranged in contact with an oxygen pole.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the fuel cell which can be used for the cell of an electric vehicle etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] A fuel cell is a cell which makes a cell reaction cause by supplying fuels, such as hydrogen gas, to one side of two electrodes contacted to the electrolyte, and supplying oxygen content gas (oxidizer), such as oxygen gas, to another side. By this cell, the electrode of the side which supplies a fuel turns into a negative electrode, and the electrode of the side which supplies oxygen content gas turns into a positive electrode.

[0003] As a cell reaction in a fuel cell, it is divided into the following two types by the type of the ion which moves.

[0004] It is the mold to which the ionized fuel to which one type has moved the inside of an electrolyte reacts to with oxygen content gas with an electrode, and an electron moves an external circuit then. It is the mold to which the ionized oxygen content gas by which another type has moved in the inside of an electrolyte reacts to with fuel gas with an electrode, and an electron moves an external circuit then.

[0005] This fuel cell is considered in the application to non-portable private-power-generation machines, such as a power generating plant, works, and a restaurant, or a portable power source. That especially the fuel cell that used the organic macromolecule as an electrolyte operates at low temperature comparatively, and using for power sources for migration, such as an electric vehicle, from the miniaturization of equipment being possible are expected.

[0006] There are the following as a fuel cell using the organic macromolecule etc. as this electrolyte.

[0007] As shown in drawing 2, there is a fuel cell which consists of an electrolyte membrane 2 which consists of an organic macromolecule, and two kinds of electrodes (oxygen pole 12 which is the fuel electrode 11 and cathode which are an anode) arranged on both sides of this electrolyte membrane so that this electrolyte membrane 2 may be inserted. Fuel gas, such as hydrogen gas, is supplied to this fuel electrode 11, and oxygen content gas is supplied to the oxygen pole 12. In the conventional fuel cell, the cation convertibility film is used as an electrolyte membrane 2 which consists of the above-mentioned organic giant molecule. Moreover, two electrodes 11 and 12 have put the electrolyte membrane 2 and the electrolyte of the same kind into it, securing the hole used as a gaseous path to the porous electronic conduction matter.

[0008] About the reaction of two electrodes, with a fuel electrode 11, if hydrogen gas is supplied as fuel gas, a proton ( $H^+$ ) will generate like  $2H_2 \rightarrow 4H^+ + 4e^-$ , for example (hydro acid-ized reaction). This proton conducts an electrolyte membrane 2 and arrives at the oxygen pole 12. On the oxygen pole 12, the oxygen content gas and the proton which were supplied react like  $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ , and water generates (an oxygen reduction reaction and water generation reaction). At this time, when an electron conducts an external circuit, the electrical and electric equipment occurs.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the conventional fuel cell, the water generated on the oxygen pole shuts the hole of an oxygen pole. Therefore, oxygen content gas cannot reach to a reaction point with a proton, but the engine performance of a cell falls.

[0010] Moreover, in connection with a proton, the water in an electrolyte membrane moves to an oxygen pole (electroendosmose), and desiccation becomes remarkable by the fuel electrode side of an electrolyte membrane. Therefore, membrane resistance increases by desiccation and the engine performance of a cell

falls.

[0011] Moreover, there is a proposal that the organic macromolecule of the two-layer structure which combined the layer which has cation exchange nature, and the layer which has anion convertibility as a technique similar to this invention is used as a separator of a fuel cell (JP,60-1234,A).

[0012] However, if what combined an electrolyte and two kinds of electrodes which the both sides have arranged is used as one cell cel, the separator of a fuel cell is not arranged among cell cells, in order to divide cell cells, and is not the electrolyte itself, as indicated by JP,60-1234,A.

[0013] Moreover, even if it uses the organic macromolecule of the two-layer structure indicated by JP,60-1234,A as an electrolyte of a fuel cell, about arranging how, it will be unstated in any way.

[0014] This invention is made in view of the trouble of the above-mentioned conventional technique, and aims at offering the fuel cell which prevented the cell performance degradation produced with the water generated by the cell reaction.

[0015]

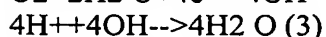
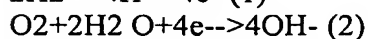
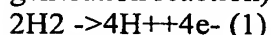
[Means for Solving the Problem] In the fuel cell with which this invention consists of an electrolyte membrane arranged between the fuel electrode with which fuel gas is supplied, the oxygen pole to which oxygen content gas is supplied, and the above-mentioned two poles, the above-mentioned electrolyte membrane is a fuel cell characterized by consisting of a cation exchange nature part arranged in contact with a fuel electrode, and an anion convertibility part arranged in contact with an oxygen pole.

[0016]

[Function] It is thought with the fuel cell of this invention that the following operations have arisen.

[0017] Let the case where oxygen (O<sub>2</sub>) gas is used as oxygen content gas be an example, using hydrogen (H<sub>2</sub>) gas as fuel gas.

[0018] As shown in drawing 1, with the fuel electrode 11 which is an anode, hydrogen gas changes to a proton (H<sup>+</sup>) so that it may be expressed with the following type (1) (hydro acid-ized reaction). This proton conducts the inside of the cation exchange nature part 21 of the electrolyte membrane which touches a fuel electrode 11, and reaches the interface of this cation exchange nature part 21 and the anion convertibility part 22. On the other hand, on the oxygen pole 12 which is a cathode, it changes to a hydroxide ion (OH<sup>-</sup>) so that oxygen gas may be expressed with the following type (2) (oxygen reduction reaction). This hydroxide ion conducts the inside of the anion convertibility part 22 of the electrolyte membrane which touches the oxygen pole 12, and reaches the interface of this anion convertibility part 22 and the cation exchange nature part 21. In the interface of the cation exchange nature part 21 and the anion convertibility part 22, both this ion reacts so that it may be expressed with the following type (3), and water (H<sub>2</sub>O) generates it (water generation reaction).



[0019] Thus, in the fuel cell of this invention, in order that water may generate by the interface of the cation exchange nature part 21 of an electrolyte membrane 2, and the anion convertibility part 22, the hole of the electrode by generation water is not shut on the oxygen pole 12. Moreover, since water generates in an electrolyte membrane and the moisture content of an electrolyte membrane can be held highly, resistance of an electrolyte membrane does not increase and conduction of ion is promoted. Furthermore, the burden of the auxiliary machinery power for humidifying from an outside to an electrolyte membrane can be reduced.

[0020]

[Effect of the Invention] The fuel cell of this invention has little cell performance degradation produced with the water generated by the cell reaction.

[0021]

[Example] Hereafter, invention (other invention) which made this invention more concrete is explained.

[0022] (Explanation of other invention) The fuel cell of this invention consists of an electrolyte membrane 2 which consists of a cation exchange nature part 21 arranged between a fuel electrode 11, the oxygen pole 12, and two poles, and an anion convertibility part 22, as shown in drawing 1.

[0023] The above-mentioned electrolyte membrane 2 consisted of a cation exchange nature part 21 and an anion convertibility part 22, this cation exchange nature part 21 is in contact with the fuel electrode 11, and the anion convertibility part 22 is in contact with the oxygen pole 12.

[0024] to be shown in drawing 1, both a cation exchange nature part and an anion convertibility part may be film-like, or make most electrolyte membranes cation exchange nature, and coil around an oxygen pole -- it is good also considering \*\*\*\*\* as anion convertibility.

[0025] An electrolyte membrane is film which can make a cation or an anion conduct. Therefore, as the quality of the material of an electrolyte membrane, as long as it can make a cation or an anion conduct, what kind of thing may be used. Especially the electrolyte membrane that consists of an organic macromolecule operates at low temperature, and is more desirable than the miniaturization of equipment is possible. For example, in an organic giant molecule, a principal chain crystalizes, it has ion in that side chain, and the thing which this ion can make conduct a cation or an anion can use it as an electrolyte membrane. Moreover, the cation exchange nature part of an electrolyte membrane can make a cation able to conduct, and an anion convertibility part can make an anion conduct [ part ].

[0026] The cation exchange nature part of an electrolyte membrane and an anion convertibility part can use the thing of any quality of the materials, such as fluorine system ion exchange membrane and hydrocarbon system ion exchange membrane, as the quality of the material. However, since there is a possibility that oxidation degradation may arise when the film of a hydrocarbon system is used as an anion convertibility part, it is good to use fluorine system ion exchange membrane as an anion convertibility part.

[0027] Although decided by which keeps away a water generation location from an electrode, as for the thickness of a cation exchange nature part and each anion convertibility part, when the thickness which doubled both is too thin, it is difficult to maintain the reinforcement as film, or fuel gas and oxygen content gas are mixed through membranous pore, and there is a possibility that a cell reaction may be checked. Then, its 10 micrometers or more are desirable, and when the thickness which doubled both considers the ease of dealing with it at the time of cell production further, 20 micrometers or more are desirable [ thickness ].

[0028] Moreover, the upper limit of the thickness of a cation exchange nature part and an anion convertibility part is decided by electric resistance. That is, the internal resistance of a cell becomes large, so that the thickness as film becomes thick. Therefore, as thickness of both doubling \*\*\*\*\* of a cation exchange nature part and an anion convertibility part, 200 micrometers or less are desirable.

[0029] Thus, the thickness of a cation exchange nature part and each anion convertibility part is decided by relation of the distance which keeps away contribution of resistance of each part, and the interface of the cation exchange nature part and anion convertibility part which are a water generation location from an electrode. It is better for the direction of an anion convertibility giant molecule to make an anion convertibility part thin in the present electrolyte membrane, since resistance is stronger than a cation exchange nature giant molecule.

[0030] There are the following approaches as an approach of combining the cation exchange nature part which is an electrolyte membrane, and an anion convertibility part.

[0031] \*\* Combine both film by sticking the cation convertibility film and the anion convertibility film by pressure.

[0032] \*\* Apply to the anion convertibility film the solution (it considers as a cation exchange nature solution hereafter.) which has the same presentation as the cation exchange nature matter at the time of desiccation, and form a cation exchange nature part by making it dry after that.

[0033] \*\* Apply to the cation convertibility film the solution (it considers as an anion convertibility solution hereafter.) which has the same presentation as the anion convertibility matter at the time of desiccation, and form an anion convertibility part by making it dry after that.

[0034] \*\* Apply a cation exchange nature solution on a plate, produce the cation convertibility film, apply an anion convertibility solution on it, and form an anion convertibility part by making it dry after that.

[0035] \*\* Apply an anion convertibility solution on a plate, produce the anion convertibility film, apply a cation exchange nature solution on it, and form a cation exchange nature part by making it dry after that.

[0036] \*\* Form both parts by giving cation exchange nature to one side of the film of one sheet, and giving anion convertibility to the opposite side of this film. In this case, in order to give cation exchange nature or anion convertibility, the chemical bond of an anion or the cation is carried out to the giant molecule which constitutes the film.

[0037] \*\* Permute the fixed ion of one side of the cation convertibility film by the cation from an anion, and carry out conversion of the field to anion convertibility.

[0038] \*\* Permute the fixed ion of one side of the anion convertibility film by the anion from a cation, and carry out conversion of the field to cation exchange nature.

[0039] It considers as structure by which a reactant is supplied and a product is discharged as an electrode of a fuel electrode and an oxygen pole. Furthermore, in order to improve the engine performance, what enlarged the electrode surface product is good. Moreover, in order to promote oxidation reduction, the thing which made the catalyst support in an electrode is desirable. in order to secure the path from the outside to

an electron, an ion, and each reaction interface of the gas supply and to enlarge surface area of an electrode (and catalyst), it be desirable to form or join the electrode structure where use porous (structure with network structure or pore) electronic conduction matter, such as a mesh-like metal, the carbonic paper, and a carbon cloth, as a base material, and an electrolyte be contain in this base material. In addition, when it includes a catalyst in an electrode, it is good to make the base material which consists of the above-mentioned porous electronic conduction matter support directly, or to make other electronic conduction matter support, and to join this to this base material.

[0040] As electronic conduction matter which constitutes the body of the above-mentioned electrode, there is carbon etc. and what is not corroded is desirable. Moreover, an electrode may be constituted for catalyst itself which is shown below. As a catalyst to support, Pt is the best for an oxygen reduction reaction, and Pt and Pd are desirable for a hydro acid-ized reaction.

[0041] There are the following approaches as an approach of combining the electrode and electrolyte membrane containing the above-mentioned catalyst, and manufacturing a fuel cell.

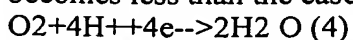
[0042] \*\* As shown in (a) of drawing 3, stick by pressure the base material 13 which has the carbon powder 3 which supported the catalyst to the electrolyte membrane 2 which consists of a cation exchange nature part 21 and an anion convertibility part 22. Thereby, as shown in (b) of drawing 3, in the interface of an electrode and an electrolyte membrane, an electrolyte membrane eats away to the pore of a base material, electrodes 11 and 12 are formed, and it becomes the fuel cell which consists of an electrolyte membrane 2, a fuel electrode 11, and an oxygen pole 12.

[0043] As shown in (a) of drawing 4, before sticking by pressure the base material 13 which has the carbon powder 3 which supported the catalyst to the electrolyte membrane 2 which consists of a cation exchange nature part 21 and an anion convertibility part 22, behind \*\* As shown in (b) of drawing 4 The anion convertibility solution 221 is applied to the electrode (oxygen pole) base material 13 which touches the anion convertibility part 22, the cation exchange nature solution 211 is applied to the electrode (fuel electrode) base material 13 which touches the cation exchange nature part 21, and the interface of an electrode and an electrolyte membrane is formed. This becomes the fuel cell which has an electrolyte membrane 2, a fuel electrode 11, and the oxygen pole 12, as shown in (c) of drawing 4.

[0044] \*\* As shown in (a) of drawing 5, form the electrode section 111 of the fuel electrode which touched the cation convertibility film 21 by applying to the cation exchange nature part 21 of an electrolyte membrane 2 the mixture of the cation exchange nature solution 211 and the carbon powder 3 which supported the catalyst. Moreover, the electrode section 121 of the oxygen pole which touched the anion convertibility film 22 is formed by applying to the anion convertibility part 22 of an electrolyte membrane the mixture of the anion convertibility solution 221 and the carbon powder 3 which supported the catalyst. By sticking these both by pressure with a base material 13, as shown in (b) of drawing 5, it becomes the fuel cell which has an electrolyte membrane 2, a fuel electrode 11, and the oxygen pole 12.

[0045] \*\* As shown in (a) of drawing 6, form a fuel electrode by sticking by pressure the base material 13 which applied the mixture of the cation exchange nature solution 211 and the carbon powder 3 which supported the catalyst, and the cation exchange nature part 21 of an electrolyte membrane 2. Moreover, an oxygen pole is formed by sticking by pressure the base material 13 which applied the mixture of the anion convertibility solution 221 and the carbon powder 3 which supported the catalyst, and the anion convertibility part 22 of an electrolyte membrane 2. This becomes the fuel cell which has an electrolyte membrane 2, a fuel electrode 11, and the oxygen pole 12, as shown in (b) of drawing 6.

[0046] \*\* As shown in (a) of drawing 7, after a fuel electrode and an oxygen pole apply the mixture of the cation exchange nature solution 211 and the carbon powder 3 which supported the catalyst to the electrolyte membrane 2 which consists of a cation exchange nature part 21 and an anion convertibility part 22, form a fuel electrode and an oxygen pole by sticking these by pressure. Or as shown in (b) of drawing 7, a fuel electrode and an oxygen pole are formed by applying to a base material 13 the mixture of the cation exchange nature solution 211 and the carbon powder 3 which supported the catalyst, and sticking this to the both sides of an electrolyte membrane 2 by pressure. Thus, as shown in (c) of drawing 7, it becomes the fuel cell which has an electrolyte membrane 2, a fuel electrode 11, and the oxygen pole 12. With this structure, a reaction as shown in the following type (4) arises on the oxygen pole 12. Therefore, although the water content of the anion convertibility part 22 falls on the boundary of the anion convertibility part 22 and the oxygen pole 12, the flow of the water which goes to the oxygen pole 12 from a fuel electrode 11 becomes less than the case of one layer of cation convertibility film.



[0047] \*\* As shown in drawing 8, use the cation convertibility film 21 as an electrolyte membrane. The

electrode 12 which consists of an anion convertibility solution 221 and a base material 13 as an oxygen pole is used using the electrode 11 which consists of a cation exchange nature solution 211 and a base material 13 as a fuel electrode. By combining the three above-mentioned person, the anion convertibility part 22 by which the anion convertibility solution 221 was solidified and made in the interior of the cation convertibility film 21 and the oxygen pole 12 as an electrolyte membrane generates. In this case, a water generation reaction arises in the interface of the oxygen pole 12 and the cation exchange nature part 22.

[0048] \*\* Although it lets a cation exchange nature solution and an anion convertibility solution pass as shown in drawing 9, the carbon powder which supported the catalyst applies the mixture of the anion convertibility solution 221 and the carbon powder 3 which supported the catalyst, applies to the another side side of this porous film 4 the mixture of the cation exchange nature solution 211 and the carbon powder 3 which supported the catalyst, and sticks it to one side of the porous film 4 which it does not let pass by pressure together with a base material 13. This porous film 4 is a separator for preventing carbon powder contacting and short-circuiting. This becomes the fuel cell which has an electrolyte membrane 2, a fuel electrode 11, and the oxygen pole 12.

[0049] \*\* Apply an anion convertibility solution (or cation exchange nature solution) on a plate, form the anion convertibility film (or cation convertibility film), on it, apply a cation exchange nature solution (or anion convertibility solution), and form the bipolar film. The mixture of an anion convertibility solution and the carbon powder which supported the catalyst is applied, and the mixture of a cation exchange nature solution and the carbon powder which supported the catalyst is applied to a cation-exchange-membrane side, and it is stuck to this anion exchange film side by pressure together with a base material. Or the former is stuck to an anion convertibility film side by pressure, and the latter sticks what applied to the base material the mixture of an anion convertibility solution or a cation exchange nature solution, and the carbon powder that supported the catalyst by pressure to a cation convertibility film side.

[0050] the case where the fuel cell of this invention is used -- a fuel electrode side -- hydrogen gas or hydrogen -- fuel gas, such as a rich gas, is supplied and oxygen content gas, such as oxygen gas and air, is supplied to an oxygen pole side.

[0051] In case the fuel cell of this invention is used, water generates by the interface of the cation exchange nature part of an electrolyte membrane, and an anion convertibility part. Therefore, the generated water can be discharged out of a fuel cell from the two poles of a fuel electrode and an oxygen pole. The burden of water discharge is distributed compared with the polymer electrolyte fuel cell which uses one kind of electrolyte membrane, and this is advantageous. Moreover, in the polymer electrolyte fuel cell which uses one kind of electrolyte membrane, in order to prevent desiccation of the film, it is necessary to humidify the film from a dry side. By this, the burden of the electrode of the side which discharges water is large, the water which cannot be discharged takes up the hole of an electrode and degradation is brought about. However, since the fuel cell of this invention can supply water from the core of an electrolyte membrane, its throughput of the water for humidifying an electrolyte membrane decreases.

[0052] In the fuel cell of this invention, there are the following as a measure which discharges the water to generate.

[0053] \*\* Diffuse the water generated toward the gas passageway from the electrode, evaporate it, and discharge in a gaseous form from a gas passageway.

[0054] \*\* Move the water generated toward the gas passageway from the electrode with a liquid, and discharge in the form of a liquid from a gas passageway.

[0055] The fuel cell of this invention can be used for non-portable prevate-power-generation machines, such as a power generating plant, a portable power source or works, and a restaurant, etc. It is more effective than management of water is easy especially as a small power source for migration.

[0056] Hereafter, the example of this invention is explained.

[0057] (Example 1) TOSFLEX(trademark) IE-SA48 which is the anion convertibility film was stuck to Nafion (trademark)112 which is the cation convertibility film by pressure, and the bipolar film with a thickness of 350 micrometers was produced. In addition, various rates of the thickness of the cation convertibility film in the bipolar film and the thickness of the anion convertibility film are changed. Subsequently, what applied to the carbon cloth the mixture of the solution which has the same presentation with the cation convertibility film at the time of desiccation, and the carbon powder which supported Pt was stuck to the above-mentioned cation convertibility film side by pressure. Moreover, after the whole made the carbon powder and carbon cloth which supported Pt the condition of having swollen in ethanol, it was stuck to the anion convertibility film by pressure. Thereby, it has arranged between a fuel electrode, an oxygen pole, and two poles, and the fuel cell which has the electrolyte membrane which consists of anion



convertibility film which touched the cation convertibility film which touched the fuel electrode, and an oxygen pole was formed.

[0058] Moreover, for the comparison, as an electrolyte membrane, only Nafion (trademark)117 with a thickness of 200 micrometers was used, and the fuel cell (example 1 of a comparison) was produced like the above except it. Therefore, the electrolyte membrane of this fuel cell is the thing of 1 layer structure.

[0059] The engine performance was evaluated as follows about two kinds of above-mentioned fuel cells.

[0060] Hydrogen gas was supplied to the fuel electrode side of a fuel cell, and air was supplied to the oxygen pole side. Since it was thought that the fuel cell of this invention is effective to submersion of an electrode, the cell was operated at pressure 1atm of hydrogen, air pressure 2atm, and the cel temperature of 85 degrees C, and current density from which output voltage is set to 0 estimated the engine performance. In addition, this current density is called the limiting current density in this condition.

[0061] Consequently, with the fuel cell of 1 layer structure, one electrode sank [ the electrolyte membrane of the example 1 of a comparison ] near limiting current density, and the electrode of another side was dry. As for the fuel cell of this example, two electrodes were not seen to it, as for submersion or desiccation.

Moreover, in order to prevent submersion of an electrode, it turned out that about 1:1 have the best ratio of the thickness of the cation convertibility film of an electrolyte membrane, and the anion convertibility film. Moreover, since the present anion convertibility film had large electric resistance, it turned out that membrane resistance decreases [ the direction which lowered the ratio of the anion convertibility film ], and the engine performance improves.

[0062] Moreover, limiting current density is shown in drawing 10 . Compared with the fuel cell of the example 1 of a comparison, as for the fuel cell of this example which used the bipolar film as an electrolyte membrane, by distributing the burden of water discharge of an electrode shows that limiting current density became large so that more clearly than drawing 10 .

[0063] Moreover, for the comparison, in the fuel cell of this example, air was supplied to the fuel electrode side, hydrogen gas was supplied to the oxygen pole side, and the engine performance of a fuel cell was evaluated like the above (example 2 of a comparison). This limiting current density is shown in drawing 11 .

[0064] In the case of the example 2 of a comparison, water separates into ion by the interface of the cation convertibility film and the anion convertibility film, and it faces to an electrode. Therefore, since the water content of an electrolyte membrane becomes small (an electrolyte membrane dries), resistance of an electrolyte membrane becomes large. Furthermore, the reaction of water generation occurs in an electrode. The hole of an electrode is closed with water and gas stops therefore, reaching a reaction interface. For this reason, it is thought like drawing 11 that limiting current density became small.

---

[Translation done.]



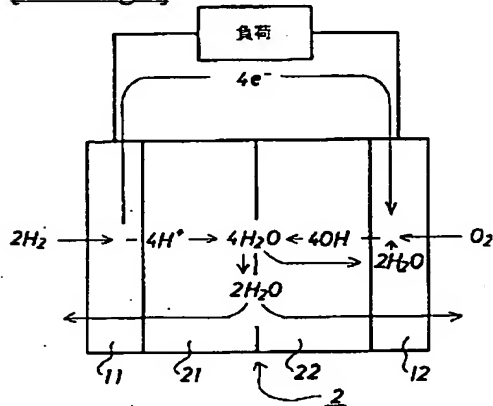
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

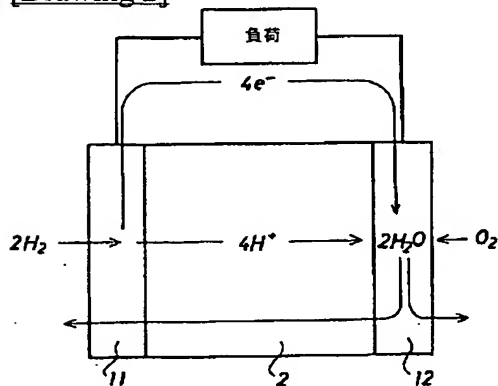
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

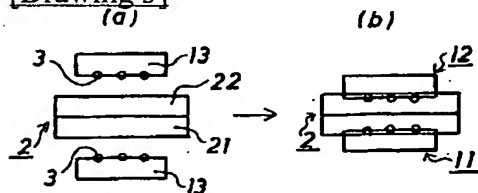
[Drawing 1]



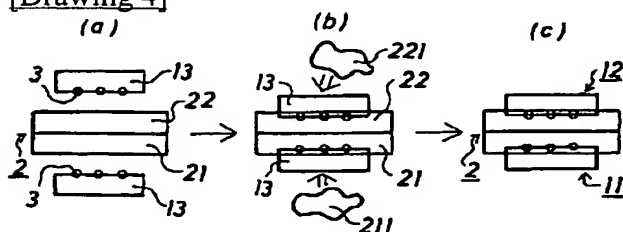
[Drawing 2]



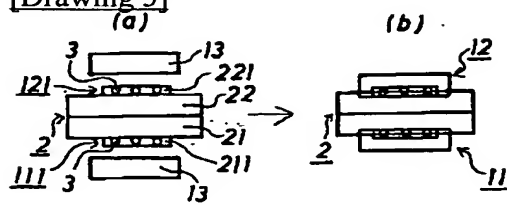
[Drawing 3]



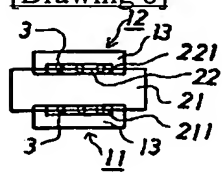
[Drawing 4]



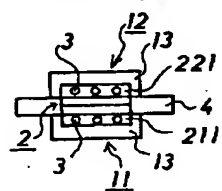
[Drawing 5]



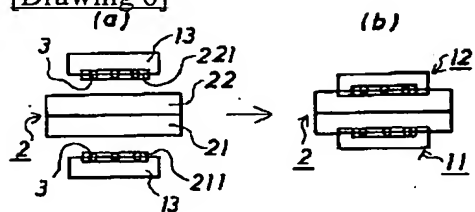
[Drawing 8]



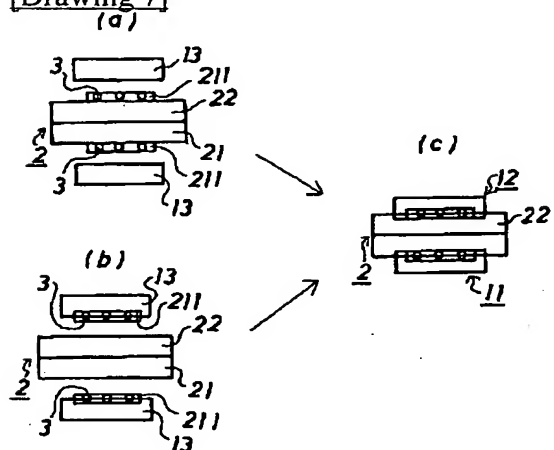
[Drawing 9]



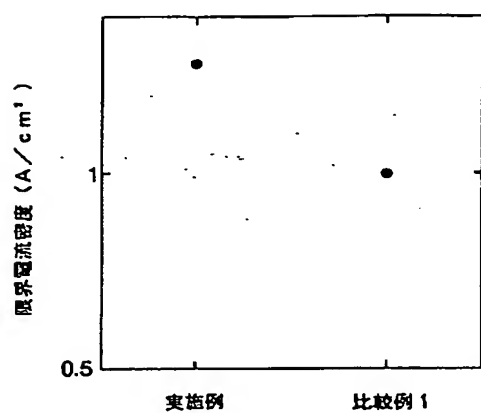
[Drawing 6]



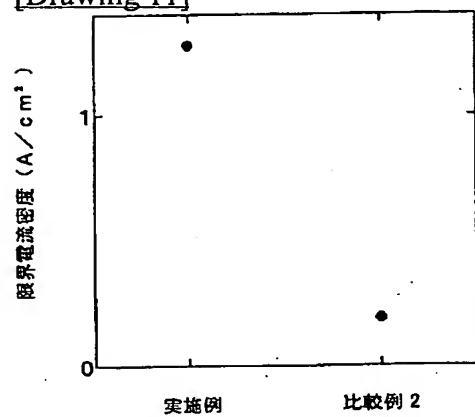
[Drawing 7]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



---

[Translation done.]

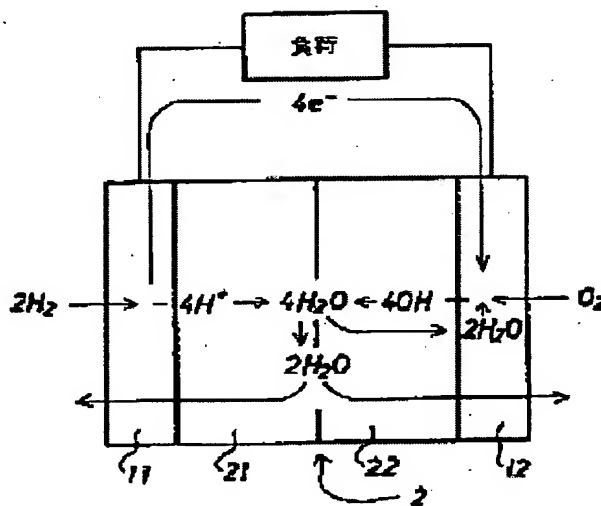
# FUEL CELL

**Patent number:** JP7335233  
**Publication date:** 1995-12-22  
**Inventor:** SUZUKI TAKANAO; KAWAHARA KAZUO  
**Applicant:** TOYOTA CENTRAL RES & DEV  
**Classification:**  
 - international: H01M8/02; H01M8/02; (IPC1-7): H01M8/02  
 - european:  
**Application number:** JP19940145625 19940602  
**Priority number(s):** JP19940145625 19940602

Report a data error here

## Abstract of JP7335233

**PURPOSE:** To prevent drop of battery performance caused by the water produced by battery reaction by forming an electrolytic film out of a cation replacing part 22 arranged in contact with a fuel pole and an anion replacing part arranged in contact with an oxygen pole.  
**CONSTITUTION:** An electrolytic film 2 consists of a cation replacing part 21 and an anion replacing part 22, and the part 21 contacts with a fuel pole 11, and the part 22 contacts an oxygen pole 12. And, in the pole 11 being an anode, hydrogen gas changes to proton, and this proton is transmitted through the part 21 of the film 2 in contact with the pole 11, and reaches the boundary of the part 21 and the part 22. On the other hand, in the pole 12 being a cathode, oxygen gas changes to hydroxide ions, and these hydroxide ions are transmitted through the part 22 in contact with the pole 12, and reaches the boundary of the part 22 and the part 21. These ions produce water ( $H_2O$ ) at the interface between the part 21 and the part 22. This, in the pole 12, prevents the blockade of the voids of the electrode caused by the produced water, so the resistance of the film 2 does not increase, therefore the transmissivity of the ions can be accelerated.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-335233

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H01M 8/02

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

P 9444-4K

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-145625

(22) 出願日 平成6年(1994)6月2日

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地  
地の1

(72) 発明者 鈴木 孝尚

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地  
の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 河原 和生

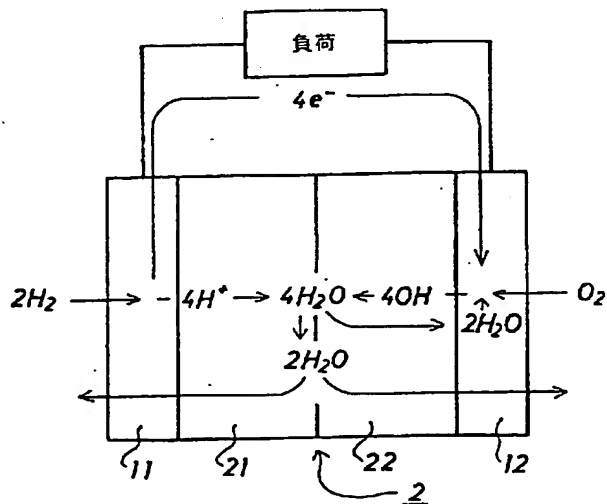
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地  
の1 株式会社豊田中央研究所内

(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【目的】 電池反応により生成した水が電極の空孔を閉ざして電池性能を低下させる等の生成した水の影響を少なくした燃料電池を提供する。

【構成】 燃料ガスが供給される燃料極11と、酸素含有ガスが供給される酸素極12と、両極の間に配置された電解質膜2とよりなる燃料電池において、上記電解質膜2は、燃料極12と接する部分21がカチオン交換性であり、酸素極12と接する部分22がアニオン交換性である燃料電池。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料ガスが供給される燃料極と、酸素含有ガスが供給される酸素極と、上記両極の間に配置した電解質膜とよりなる燃料電池において、上記電解質膜は、燃料極に接して配置したカチオン交換性部分と、酸素極に接して配置したアニオン交換性部分とよりなることを特徴とする燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電気自動車の電池等に利用することができる燃料電池に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 燃料電池は、電解質に接触させた2つの電極の一方に水素ガス等の燃料を供給し、他方に酸素ガス等の酸素含有ガス（酸化剤）を供給することにより、電池反応を起こさせる電池である。この電池では、燃料を供給する側の電極が負極となり、酸素含有ガスを供給する側の電極が正極となる。

【0003】 燃料電池における電池反応として、移動するイオンのタイプにより以下の2つのタイプに分けられる。

【0004】 1つのタイプが、電解質中を移動してきたイオン化した燃料が電極で酸素含有ガスと反応し、そのとき外部回路を電子が移動する型である。もう1つのタイプが、電解質中を移動してきたイオン化した酸素含有ガスが電極で燃料ガスと反応し、そのとき外部回路を電子が移動する型である。

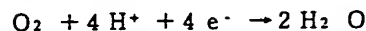
【0005】 この燃料電池は、発電プラント、工場、レストラン等の据え置き型自家発電機、あるいは携帯用電源等への応用が考えられている。特に、電解質として有機高分子を使用した燃料電池は、比較的低温で作動することと、装置の小型化が可能であることより、電気自動車等の移動用電源に利用することが期待されている。

【0006】 この電解質として有機高分子等を用いた燃料電池として以下のものがある。

【0007】 図2に示すように、有機高分子よりなる電解質膜2と、該電解質膜2を挟むように該電解質膜の両側に配置した2種類の電極（アノードである燃料極11とカソードである酸素極12）とよりなる燃料電池がある。この燃料極11には水素ガス等の燃料ガスが供給され、酸素極12には酸素含有ガスが供給される。従来の燃料電池では、上記有機高分子よりなる電解質膜2としては、カチオン交換性膜が使用されている。また、両電極11、12は、多孔性電子伝導物質に、気体の通路となる空孔を確保しつつ、電解質膜2と同種の電解質を入れてある。

【0008】 両電極の反応について、燃料極11では、例えば、燃料ガスとして水素ガスが供給されると、 $2\text{H}_2 \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

のように、プロトン（ $\text{H}^+$ ）が生成する（水素酸化反応）。このプロトンが電解質膜2を伝導し、酸素極12に達する。酸素極12では、供給された酸素含有ガスとプロトンが、



のように反応して、水が生成する（酸素還元反応および水生成反応）。このとき、外部回路を電子が伝導することにより電気が発生する。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来の燃料電池では、酸素極で生成した水が酸素極の空孔を閉ざす。そのため、酸素含有ガスがプロトンとの反応地点まで到達することができず、電池の性能が低下する。

【0010】 また、プロトンに伴って電解質膜中の水が酸素極に移動し（電気浸透）、電解質膜の燃料極側で乾燥が著しくなる。そのため、乾燥により膜抵抗が増大して、電池の性能が低下する。

【0011】 また、本発明に類似の技術として、カチオン交換性を有する層と、アニオン交換性を有する層とを組み合わせた2層構造の有機高分子を燃料電池のセパレーターとして使用すると提案がある（特開昭60-1234号公報）。

【0012】 しかし、特開昭60-1234号公報に記載されているように、燃料電池のセパレーターとは、電解質とその両側の配置した2種類の電極とを組み合わせたものを1つの電池セルとすると、電池セル同士を分けるために電池セル同士の間に配置するものであり、電解質そのものではない。

【0013】 また、仮に、特開昭60-1234号公報に記載されている2層構造の有機高分子を燃料電池の電解質として利用しても、どのように配置する等については何ら記載がない。

【0014】 本発明は、上記従来技術の問題点を鑑みなされたものであり、電池反応によって生成した水により生じる電池性能の低下を防止した燃料電池を提供することを目的とする。

## 【0015】

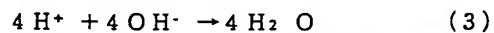
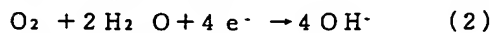
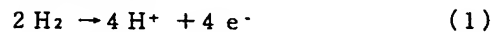
【課題を解決するための手段】 本発明は、燃料ガスが供給される燃料極と、酸素含有ガスが供給される酸素極と、上記両極の間に配置した電解質膜とよりなる燃料電池において、上記電解質膜は、燃料極に接して配置したカチオン交換性部分と、酸素極に接して配置したアニオン交換性部分とよりなることを特徴とする燃料電池である。

## 【0016】

【作用】 本発明の燃料電池では、以下のような作用が生じていると考えられる。

【0017】 燃料ガスとして水素（ $\text{H}_2$ ）ガスを用い、酸素含有ガスとして酸素（ $\text{O}_2$ ）ガスを用いた場合を例とする。

【0018】図1に示すように、アノードである燃料極11では、水素ガスが下記式(1)で表されるようにプロトン(H<sup>+</sup>)に変化する(水素酸化反応)。このプロトンは、燃料極11に接する電解質膜のカチオン交換性部分21中を伝導し、該カチオン交換性部分21とアニオン交換性部分22との界面に到達する。一方、カソードである酸素極12では、酸素ガスが下記式(2)で表されるように水酸イオン(OH<sup>-</sup>)に変化する(酸素還元反応)。この水酸イオンは、酸素極12と接する電解質膜のアニオン交換性部分22中を伝導し、該アニオン交換性部分22とカチオン交換性部分21との界面に到達する。この両イオンは、カチオン交換性部分21とアニオン交換性部分22との界面において、下記式(3)で表されるように反応して、水(H<sub>2</sub>O)が生成する(水生成反応)。



【0019】このように、本発明の燃料電池では、電解質膜2のカチオン交換性部分21とアニオン交換性部分22との界面で水が生成するため、酸素極12において生成水による電極の空孔が閉ざされることがない。また、電解質膜中で水が生成して電解質膜の含水量を高く保持できるため、電解質膜の抵抗が増加することがなく、イオンの伝導が促進される。さらに、電解質膜に対して外側から加湿するための補機動力の負担を低減することができる。

【0020】

【発明の効果】本発明の燃料電池は、電池反応によって生成した水により生じる電池性能の低下が少ない。

【0021】

【実施例】以下、本発明をより具体的に示した発明(その他の発明)を説明する。

【0022】(その他の発明の説明)本発明の燃料電池は、図1に示すように、燃料極11と、酸素極12と、両極の間に配置した、カチオン交換性部分21とアニオン交換性部分22とよりなる電解質膜2とよりなるものである。

【0023】上記電解質膜2は、カチオン交換性部分21とアニオン交換性部分22とよりなり、該カチオン交換性部分21は燃料極11に接しており、アニオン交換性部分22は酸素極12に接している。

【0024】図1に示すように、カチオン交換性部分、アニオン交換性部分はともに膜状であってもよく、または電解質膜の大部分をカチオン交換性とし、酸素極に絡める電解質をアニオン交換性としてもよい。

【0025】電解質膜は、カチオンまたはアニオンを伝導させることができる膜である。従って、電解質膜の材質としては、カチオンまたはアニオンを伝導させることができるものであればどのようなものでもよい。特に、

有機高分子よりなる電解質膜は、低温で作動し、装置の小型化が可能であることより望ましい。例えば、有機高分子では、主鎖が結晶化して、その側鎖にイオンを有し、このイオンがカチオンまたはアニオンを伝導させることができるようなもの等が電解質膜として使用できる。また、電解質膜のカチオン交換性部分とはカチオンを伝導させることができるものであり、アニオン交換性部分とはアニオンを伝導させることができるものである。

10 【0026】電解質膜のカチオン交換性部分、アニオン交換性部分ともに材質としては、ふっ素系イオン交換膜、炭化水素系イオン交換膜等、どのような材質のものでも使用できる。ただし、炭化水素系の膜をアニオン交換性部分として使用すると酸化劣化が生じるおそれがあるため、アニオン交換性部分としてはふっ素系イオン交換膜を使用するのがよい。

【0027】カチオン交換性部分、アニオン交換性部分それぞれの厚さは水生成場所を電極からどれだけ遠ざけるかで決まるが、両者を合わせた厚さが薄すぎると、膜としての強度を維持することが困難であったり、膜の細孔を通して燃料ガスと酸素含有ガスが混ざり、電池反応が阻害されるおそれがある。そこで、両者を合わせた厚さは10μm以上が望ましく、さらに電池作製時の取り扱いやすさを考えると20μm以上が望ましい。

【0028】また、カチオン交換性部分、アニオン交換性部分の厚さの上限は、電気抵抗で決まる。すなわち、膜としての厚さが厚くなるほど電池の内部抵抗が大きくなる。従って、カチオン交換性部分とアニオン交換性部分との両者合わせた全体の厚さとしては200μm以下が望ましい。

30 【0029】このように、カチオン交換性部分、アニオン交換性部分それぞれの厚さは、それぞれの部分の抵抗の寄与、および水生成場所であるカチオン交換性部分とアニオン交換性部分との界面を電極より遠ざける距離の関係により決まる。現状の電解質膜では、アニオン交換性高分子の方がカチオン交換性高分子より抵抗が大きいので、アニオン交換性部分を薄くする方がよい。

【0030】電解質膜であるカチオン交換性部分とアニオン交換性部分とを結合させる方法としては、以下の方法がある。

【0031】①カチオン交換性膜とアニオン交換性膜とを圧着することにより両膜を結合させる。

【0032】②アニオン交換性膜に、乾燥時にカチオン交換性物質と同じ組成を持つ溶液(以下、カチオン交換性溶液とする。)を塗布し、その後乾燥させることによりカチオン交換性部分を形成する。

50 【0033】③カチオン交換性膜に、乾燥時にアニオン交換性物質と同じ組成を持つ溶液(以下、アニオン交換性溶液とする。)を塗布し、その後乾燥させることによりアニオン交換性部分を形成する。



【0034】④カチオン交換性溶液を板上に塗布してカチオン交換性膜を作製し、その上にアニオン交換性溶液を塗布し、その後乾燥させることによりアニオン交換性部分を形成する。

【0035】⑤アニオン交換性溶液を板上に塗布してアニオン交換性膜を作製し、その上にカチオン交換性溶液を塗布し、その後乾燥させることによりカチオン交換性部分を形成する。

【0036】⑥1枚の膜の片側にカチオン交換性を持たせ、該膜の反対側にアニオン交換性を持たせることにより両部分を形成する。この場合、カチオン交換性あるいはアニオン交換性を持たせるためには、膜を構成する高分子にアニオンあるいはカチオンを化学結合させる。

【0037】⑦カチオン交換性膜の片面の固定イオンをアニオンからカチオンに置換し、その面をアニオン交換性に変成させる。

【0038】⑧アニオン交換性膜の片面の固定イオンをカチオンからアニオンに置換し、その面をカチオン交換性に変成させる。

【0039】燃料極および酸素極の電極としては、反応物が供給され、かつ生成物が排出されるような構造とする。さらに、性能を上げるために、電極表面積を大きくしたものがよい。また、酸化還元を促進させるために、電極中に触媒を担持させたものが望ましい。電子、イオン、および外部から供給される気体のそれぞれの反応界面への経路を確保し、かつ電極（および触媒）の表面積を大きくするために、メッシュ状金属、カーボン紙、カーボン布等の多孔性（網目状構造または細孔を持つ構造）の電子伝導物質を支持体とし、該支持体に電解質が含まれる電極構造を形成もしくは接合することが望ましい。なお、電極に触媒を含ませる場合には、上記多孔性の電子伝導物質よりなる支持体に直接担持させるか、他の電子伝導物質に担持させ、これを該支持体に接合するのがよい。

【0040】上記電極の本体を構成する電子伝導物質としては、カーボン等があり、腐食されないものが望ましい。また、以下に示す触媒自身で電極を構成してもよい。担持する触媒としては、酸素還元反応にはPtが最もよく、また水素酸化反応にはPt、Pdが望ましい。

【0041】上記触媒を含有する電極と電解質膜とを結合させて燃料電池を製造する方法としては、以下の方法がある。

【0042】①図3の(a)に示すように、触媒を担持したカーボン粉末3を有する支持体13をカチオン交換性部分21とアニオン交換性部分22とからなる電解質膜2に圧着する。これにより、図3の(b)のように、電極と電解質膜との界面では支持体の細孔へ電解質膜が食い込み、電極11、12が形成され、電解質膜2と燃料極11と酸素極12とよりなる燃料電池となる。

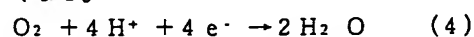
【0043】②図4の(a)に示すように、触媒を担持

したカーボン粉末3を有する支持体13をカチオン交換性部分21とアニオン交換性部分22とからなる電解質膜2に圧着する前または後に、図4の(b)のように、アニオン交換性部分22と接する電極（酸素極）支持体13に、アニオン交換性溶液221を塗布し、カチオン交換性部分21に接する電極（燃料極）支持体13に、カチオン交換性溶液211を塗布して電極と電解質膜との界面を形成する。これにより、図4の(c)のように、電解質膜2と燃料極11と酸素極12とを有する燃料電池となる。

【0044】③図5の(a)に示すように、カチオン交換性溶液211と触媒を担持したカーボン粉末3との混合物を電解質膜2のカチオン交換性部分21に塗布することによりカチオン交換性膜21に接した燃料極の電極部分111を形成する。また、アニオン交換性溶液221と触媒を担持したカーボン粉末3との混合物を電解質膜2のアニオン交換性部分22に塗布することによりアニオン交換性膜22に接した酸素極の電極部分121を形成する。この両者を支持体13と共に圧着することにより、図5の(b)のように、電解質膜2と燃料極11と酸素極12とを有する燃料電池となる。

【0045】④図6の(a)に示すように、カチオン交換性溶液211と触媒を担持したカーボン粉末3との混合物を塗布した支持体13と、電解質膜2のカチオン交換性部分21とを圧着することにより燃料極を形成する。また、アニオン交換性溶液221と触媒を担持したカーボン粉末3との混合物を塗布した支持体13と、電解質膜2のアニオン交換性部分22とを圧着することにより酸素極を形成する。これにより、図6の(b)のように、電解質膜2と燃料極11と酸素極12とを有する燃料電池となる。

【0046】⑤図7の(a)に示すように、燃料極、酸素極ともに、カチオン交換性溶液211と、触媒を担持したカーボン粉末3との混合物をカチオン交換性部分21とアニオン交換性部分22とからなる電解質膜2に塗布した後これらを圧着することにより、燃料極、酸素極を形成する。あるいは、図7の(b)に示すように、カチオン交換性溶液211と、触媒を担持したカーボン粉末3との混合物を支持体13に塗布し、これを電解質膜2の両側に圧着することにより、燃料極、酸素極を形成する。このようにして、図7の(c)のように、電解質膜2と燃料極11と酸素極12とを有する燃料電池となる。この構造では、酸素極12では、下記式(4)に示すような反応が生じる。そのため、アニオン交換性部分22と酸素極12との境界でアニオン交換性部分22の含水率が下がるものの、燃料極11から酸素極12に向かう水の流れはカチオン交換性膜1層の場合よりも少なくなる。



【0047】⑥図8に示すように、電解質膜としてカチ

オン交換性膜 2・1 を使用する。燃料極としてカチオン交換性溶液 2・1・1 と支持体 1・3 とよりなる電極 1・1 を用い、酸素極としてアニオン交換性溶液 2・2・1 と支持体 1・3 とよりなる電極 1・2 を用いる。上記 3 者を組み合わせることにより、電解質膜としてカチオン交換性膜 2・1 と酸素極 1・2 の内部に、アニオン交換性溶液 2・2・1 が固化してできたアニオン交換性部分 2・2 が生成する。この場合、酸素極 1・2 とカチオン交換性部分 2・2 との界面で水生成反応が生じる。

【0048】⑦図 9 に示すように、カチオン交換性溶液およびアニオン交換性溶液は通すが、触媒を担持したカーボン粉末は通さない多孔膜 4 の片側に、アニオン交換性溶液 2・2・1 と触媒を担持したカーボン粉末 3 との混合物を塗布し、該多孔膜 4 の他方の側にカチオン交換性溶液 2・1・1 と触媒を担持したカーボン粉末 3 との混合物を塗布し、支持体 1・3 といっしょに圧着する。この多孔膜 4 は、カーボン粉末が接触してショートするのを防ぐためのセパレータである。これにより、電解質膜 2 と燃料極 1・1 と酸素極 1・2 とを有する燃料電池となる。

【0049】⑧アニオン交換性溶液（またはカチオン交換性溶液）を板上に塗布してアニオン交換性膜（またはカチオン交換性膜）を形成し、その上にカチオン交換性溶液（またはアニオン交換性溶液）を塗布してバイポーラ膜を形成する。このアニオン交換膜側に、アニオン交換性溶液と触媒を担持したカーボン粉末との混合物を塗布し、カチオン交換膜側に、カチオン交換性溶液と触媒を担持したカーボン粉末との混合物を塗布し、支持体といっしょに圧着する。あるいは、支持体にアニオン交換性溶液またはカチオン交換性溶液と触媒を担持したカーボン粉末との混合物を塗布したものを、前者はアニオン交換性膜側に、後者はカチオン交換性膜側に圧着する。

【0050】本発明の燃料電池を使用する場合、燃料極側に水素ガスあるいは水素リッチな気体等の燃料ガスを供給し、酸素極側に酸素ガス、空気等の酸素含有ガスを供給する。

【0051】本発明の燃料電池を使用する際には、電解質膜のカチオン交換性部分とアニオン交換性部分との界面で水が生成する。そのため、生成した水を燃料極と酸素極との両極から燃料電池外へ排出することができる。これは、1 種類の電解質膜を使用する固体高分子型燃料電池と比べて水排出の負担が分散され、有利である。また、1 種類の電解質膜を使用する固体高分子型燃料電池では、膜の乾燥を防ぐため、乾燥している側から膜を加湿する必要がある。このことにより、水を排出する側の電極の負担が大きく、排出できない水が電極の空孔を塞ぎ、性能低下をもたらす。しかし、本発明の燃料電池は、電解質膜の中心より水が供給できるため、電解質膜を加湿するための水の処理量が少なくなる。

【0052】本発明の燃料電池において、生成する水を排出する措置として以下のものがある。

【0053】①電極からガス流路に向かって生成した水を拡散、蒸発させ、ガス流路から気体の形で排出する。

【0054】②電極からガス流路に向かって生成した水を液体のまま移動させ、ガス流路から液体の形で排出する。

【0055】本発明の燃料電池は、発電プラント、携帯用電源、あるいは工場やレストラン等の据え置き型自家発電機等に利用することができる。特に、水の管理が容易であることより、移動用小型電源として有効である。

【0056】以下、本発明の実施例を説明する。

【0057】（実施例 1）カチオン交換性膜である Nafion（商標）112 にアニオン交換性膜である TOSFLEX（商標）IE-SA48 を圧着して厚さ 350  $\mu\text{m}$  のバイポーラ膜を作製した。なお、バイポーラ膜におけるカチオン交換性膜の厚さとアニオン交換性膜の厚さの割合は種々変化させている。次いで、乾燥時にカチオン交換性膜と同じ組成を持つ溶液と Pt を担持したカーボン粉末との混合物をカーボン布に塗布したものを上記カチオン交換性膜側に圧着した。また、アニオン交換性膜に、Pt を担持したカーボン粉末とカーボン布とを、全体がエタノールで膨潤した状態とした後、圧着した。これにより、燃料極と、酸素極と、両極間に配置し、燃料極に接したカチオン交換性膜と酸素極に接したアニオン交換性膜とよりなる電解質膜とを有する燃料電池を形成した。

【0058】また、比較のため、電解質膜として、厚さ 200  $\mu\text{m}$  の Nafion（商標）117 のみを使用し、それ以外は上記と同様して燃料電池（比較例 1）を作製した。従って、この燃料電池は、電解質膜が 1 層構造のものである。

【0059】上記の 2 種類の燃料電池について以下のように性能を評価した。

【0060】燃料電池の燃料極側に水素ガスを供給し、酸素極側に空気を供給した。本発明の燃料電池は、電極の水没に対して効果があると考えられるため、水素の圧力 1 atm、空気圧力 2 atm、セル温度 85℃ で電池を運転し、出力電圧が 0 となるような電流密度で性能を評価した。なお、この電流密度をこの条件での限界電流密度と呼ぶ。

【0061】その結果、比較例 1 の電解質膜が 1 層構造の燃料電池では、限界電流密度付近で一方の電極が水没し、他方の電極が乾燥していた。それに対して、本実施例の燃料電池は、両電極とも水没や乾燥は見られなかった。また、電極の水没を防ぐためには、電解質膜のカチオン交換性膜とアニオン交換性膜との厚さの比が 1 : 1 程度が最も良好であることが分かった。また、現状のアニオン交換性膜は電気抵抗が大きいので、アニオン交換性膜の比率を下げた方が膜抵抗が低減し、性能が向上することが分かった。

【0062】また、限界電流密度を図 10 に示す。図 1

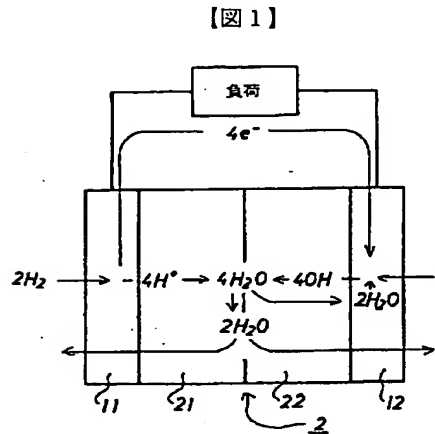
0より明らかなように、比較例1の燃料電池に比べて、電解質膜としてバイポーラ膜を使用した本実施例の燃料電池は、電極の水排出の負担が分散されることにより、限界電流密度が大きくなったことが分かる。

【0063】また、比較のため、本実施例の燃料電池において、燃料極側に空気を供給し、酸素極側に水素ガスを供給し、上記と同様にして燃料電池の性能を評価した(比較例2)。この限界電流密度を図11に示す。

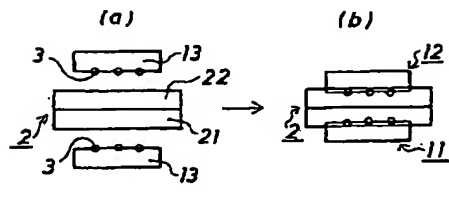
【0064】比較例2の場合、カチオン交換性膜とアニオン交換性膜との界面で水がイオンに分離して電極に向かう。従って、電解質膜の含水率は小さくなる(電解質膜が乾燥する)ため、電解質膜の抵抗が大きくなる。さらに、電極では水生成の反応が起こる。よって、電極の空孔が水で塞がり、反応界面にガスが到達しなくなる。このため、図11のように、限界電流密度が小さくなったと考えられる。

【図面の簡単な説明】

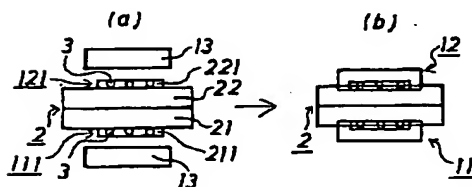
【図1】本発明の燃料電池の1例を示す模式図



【図3】



【図5】



【図2】従来の燃料電池を示す模式図

【図3】本発明の燃料電池を製造する際の概念図

【図4】本発明の燃料電池を製造する際の概念図

【図5】本発明の燃料電池を製造する際の概念図

【図6】本発明の燃料電池を製造する際の概念図

【図7】本発明の燃料電池を製造する際の概念図

【図8】本発明の燃料電池を製造する際の概念図

【図9】本発明の燃料電池を製造する際の概念図

【図10】本発明の実施例と比較例の燃料電池の限界電

流密度を示すグラフ

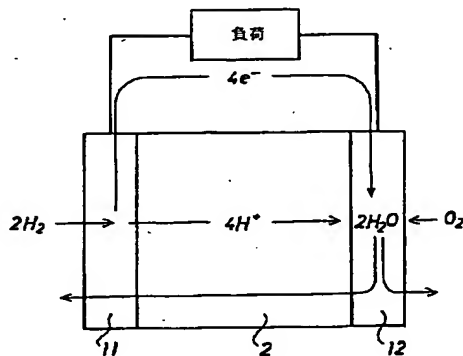
【図11】本発明の実施例と比較例の燃料電池の限界電

流密度を示すグラフ

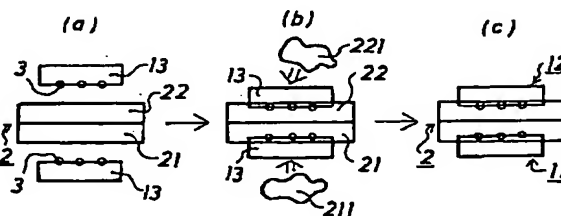
【符号の説明】

- 2 電解質膜
- 11 燃料電池
- 12 酸素極
- 21 カチオン交換性部分
- 22 アニオン交換性部分

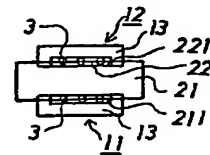
【図2】



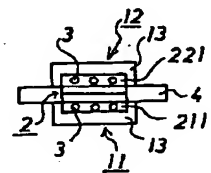
【図4】



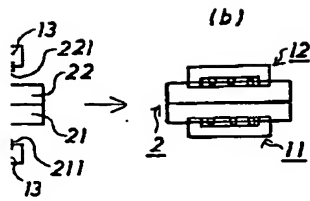
【図8】



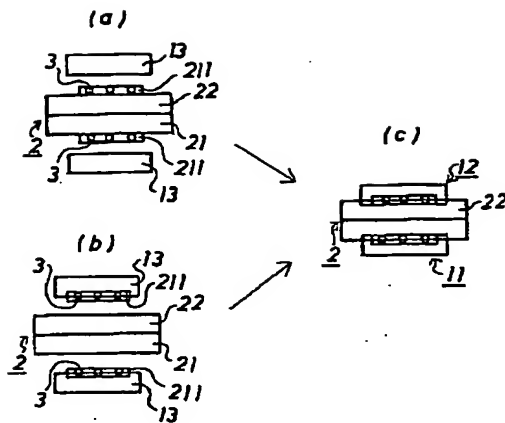
【図9】



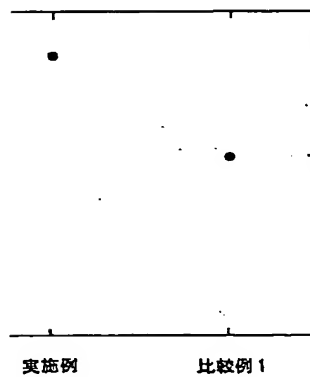
【図6】



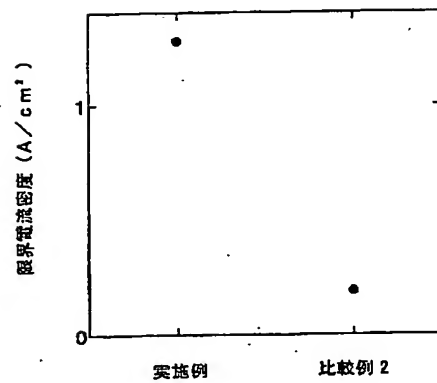
【図7】



【図10】



【図11】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**